

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2000091638  
PUBLICATION DATE : 31-03-00

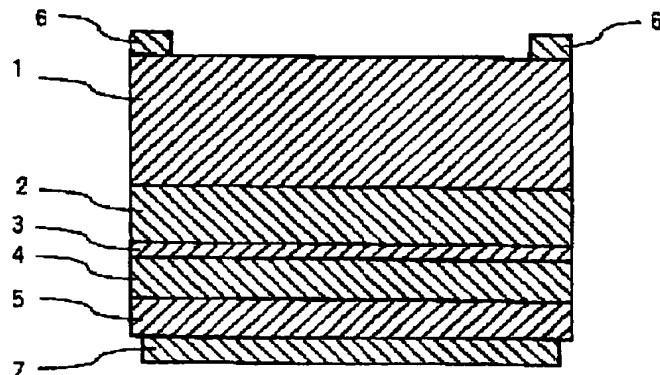
APPLICATION DATE : 14-09-98  
APPLICATION NUMBER : 10259870

APPLICANT : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD;

INVENTOR : KAMEI HIDENORI;

INT.CL. : H01L 33/00

TITLE : GALLIUM NITRIDE COMPOUND  
SEMICONDUCTOR LIGHT EMITTING  
ELEMENT



**ABSTRACT :** PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a gallium nitride compound semiconductor light emitting element for which the light emitting efficiency on its main light emitting surface side and the luminous intensity distribution immediately above the element can be improved.

**SOLUTION:** A gallium nitride compound semiconductor light emitting element contains a transparent conductive substrate having first and second main surfaces, a laminated semiconductor structure composed of gallium nitride compound semiconductors laminated upon the first main surface of the substrate 1, a p-side electrode 7 provided on the surface of the uppermost layer of the laminated semiconductor structure, and an n-side electrode 6 provided on the second main surface of the substrate 1. Uniform light emission can be secured from the whole surface of an active layer 3 and the quantity of light emitted from the main light emitting surface side of the light emitting element is increased in such a way that the second main surface is used as the main light emitting surface and the p-side electrode 7 is formed on an almost whole surface of the uppermost layer of the laminated semiconductor structure, and then, the n-side electrode 6 is partially or wholly formed in the peripheral edge section of the second main surface.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-91638

(P2000-91638A)

(43) 公開日 平成12年3月31日 (2000.3.31)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

H 0 1 L 33/00

識別記号

F I

H 0 1 L 33/00

テマコード\* (参考)

C 5 F 0 4 1

E

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号

特願平10-259870

(22) 出願日

平成10年9月14日 (1998.9.14)

(71) 出願人 000003821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 奥 保成

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72) 発明者 亀井 英徳

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(74) 代理人 10009/445

弁理士 岩橋 文雄 (外2名)

Fターム(参考) 5F041 AA03 AA05 CA04 CA13 CA40

CA83 CA85 CA86 CA92 CA93

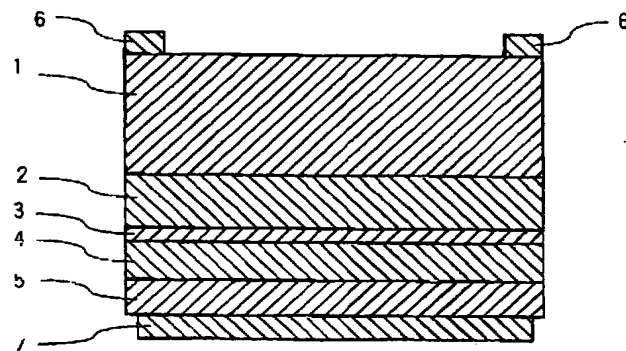
DA44

(54) 【発明の名称】 窒化ガリウム系化合物半導体発光素子

(57) 【要約】

【課題】 主光取り出し面側における光取り出し効率と素子直上における発光強度分布とを改善し得る窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の提供を目的とする。

【解決手段】 透光性でかつ導電性であって第1の主面及び第2の主面を有する基板1と、第1の主面の上に積層される窒化ガリウム系化合物半導体の半導体積層構造と、この半導体積層構造の最上層の表面に設けたp側電極7と、第2の主面の上に設けたn側電極6とを含み、第2の主面を主光取り出し面側とし、p側電極7を半導体積層構造の最上層の表面のほぼ全面に形成し、n側電極6を第2の主面の周縁部の一部または全部に形成し、活性層3における全面均一な発光を確保し、主光取り出し面側から取り出される光量を増大させる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】透光性でかつ導電性であって第1の主面及び第2の主面を有する基板と、前記第1の主面の上に積層される窒化ガリウム系化合物半導体からなるn型層とp型層とを含む半導体積層構造と、前記半導体積層構造の最上層の表面に設けた第1の電極と、前記第2の主面の上に設けた第2の電極とを含み、前記第2の主面を主光取り出し面側とした化合物半導体発光素子であって、前記第1の電極を前記最上層の表面のほぼ全面に形成し、前記第2の電極を前記第2の主面の周縁部の一部または全部に形成していることを特徴とする窒化ガリウム系化合物半導体発光素子。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、チップ型発光ダイオードやライン状光源等に利用される窒化ガリウム系化合物の半導体発光素子に係り、特に素子直上における発光強度分布を改善させた窒化ガリウム系化合物半導体発光素子に関する。

## 【0002】

【従来の技術】窒化ガリウム系化合物半導体は、可視光発光デバイス用の半導体材料として多用されるようになり、特に発光輝度の高い青色や緑色の発光素子の分野での展開が進んでいる。この窒化ガリウム系化合物の半導体発光素子は、近年では、絶縁性のサファイアを利用した基板の表面に窒化ガリウム系化合物半導体を積層したものが主流であり、樹脂レンズを備えた砲弾型の発光ダイオードや面実装のチップ型の発光ダイオード等に用いられている。

【0003】窒化ガリウム系化合物半導体を積層形成する基板としては、前掲のサファイアが専ら用いられていた。これに代えて、最近では、化合物半導体の積層構造と同系の材料であって導電性を有する窒化ガリウムの基板も利用されるようになった。このような窒化ガリウム系化合物半導体を用いた基板を得る方法は、例えば、特開平7-202265号公報や特開平9-312417号公報に開示されている。そして、後者の公報には、窒化ガリウム系化合物半導体の基板を用いた半導体発光素子の構造が開示されている。図3にこの公報に記載の半導体発光素子の断面図を示す。

【0004】図3において、窒化ガリウム(GaN)からなる基板21の上に、GaNからなるn型層22と、窒化インジウムガリウム(InGa<sub>N</sub>)からなる活性層23と、窒化アルミニウムガリウム(AlGa<sub>N</sub>)からなるp型層24と、GaNからなるp型コンタクト層25とが順に積層されている。そして、基板21の底面及びp型コンタクト層25の上面には、それぞれn側電極26及びp側電極27が形成されている。

【0005】ここで、絶縁性のサファイアを基板として用いた従来の発光素子では、基板と反対側の面にp側と

n側の電極を設けなければならないという制約があり、n側とp側の電極を互いに反対の面に形成することは実現が非常に困難とされていた。これに対し、導電性を有する窒化ガリウムの基板21を用いると、n型層22～p型層コンタクト層25の積層体をn側電極26とp側電極27とで挟んだ素子の構造が容易に得られる。

【0006】また、窒化ガリウムの基板21は透光性を持つため、基板21の半導体積層構造形成面側すなわちp型コンタクト層25の上面を光取り出し面とするだけでなく、基板21の底面も光取り出し面となる。したがって、活性層23を挟んだ両面のいずれか一方を主光取り出し面として実装するアセンブリが可能となり、各種の半導体発光装置への最適化も図られる。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】ところが、n側電極26及びp側電極27を、基板21及びp型コンタクト層25の表面のほぼ中央部に設けると、基板21側またはp型コンタクト層25のいずれをも主光取り出し面と利用できるものの、発光面積はいずれも狭められてしまう。すなわち、これらの基板21側及びp型コンタクト層25のそれぞれの中央部が金属蒸着法等によって形成された遮光性のn側及びp側の電極26、27で覆われるので、活性層23からの発光はこれらの電極26、27で遮られることになる。

【0008】一方、たとえば図3において上面側すなわちp型コンタクト層25の表面を主光取り出し面とする場合、活性層23から基板21へ向かう光はn側電極26によって反射される。この場合、n側電極26からの反射光は主光取り出し面側へ向かうものも含むが、側方へ抜けてしまう成分もある。したがって、主光取り出し面とは反対側の基板21へ向かった光の全てを反射光として回収することはできず、主光取り出し面からの光取り出し効率は低下することになる。また、基板21側を主光取り出し面とする場合でも同様である。

【0009】また、窒化ガリウム系化合物半導体は他の3-5族化合物半導体に比して抵抗率が高く、半導体積層構造側に形成された電極すなわちp型コンタクト層25の表面のp側電極27から供給される電流は半導体層で十分には広がりにくい。このため、基板21側に形成するn側電極26と対向する位置の半導体積層構造の表面の一部にp側電極27を設けてしまうと、これらのn側及びp側の電極26、27を形成した部分に対応した活性層23の領域でのみ発光することになる。したがって、活性層23ではその全面に亘って均一な発光が得られず、効率の高い光の取り出しを確保することの困難さも大きい。

【0010】このように、n側及びp側の電極26、27を基板21側と半導体積層膜側に別けて設けるものでは、効率が高く十分な光取り出しを確保することは困難である。

【0011】また、主光取り出し面側から素子外部へ取り出される光は、n側及びp側の電極26、27を除く領域であってこれらの電極26、27の辺に沿う範囲に過ぎない。したがって、主光取り出し面側での素子の直上における発光強度の分布は、n側及びp側の電極26、27を形成していない領域でかつこれらの電極26、27の周辺に対応する部分では比較的強く、電極26、27を形成した領域に対応する部分では比較的弱くなるという凹状の分布となる。

【0012】このような発光分布の発光素子では、樹脂レンズを持たないチップ型発光ダイオードや、配線基板上に直接発光素子を載置して用いるライン状光源などのように、主光取り出し面側の素子直上において凸状または均一となる発光強度分布が望まれる用途には適用できない。

【0013】本発明において解決すべき課題は、主光取り出し面側における光取り出し効率と素子直上での発光強度分布を改善させた窒化ガリウム系化合物半導体発光素子を提供することにある。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明は、透光性でかつ導電性であって第1の主面及び第2の主面を有する基板と、前記第1の主面の上に積層される窒化ガリウム系化合物半導体からなるn型層とp型層とを含む半導体積層構造と、前記半導体積層構造の最上層の表面に設けた第1の電極と、前記第2の主面の上に設けた第2の電極とを含み、前記第2の主面を主光取り出し面側とした化合物半導体発光素子であって、前記第1の電極を前記最上層の表面のほぼ全面に形成し、前記第2の電極を前記第2の主面の周縁部の一部または全部に形成していることを特徴とする。

【0015】このような構成によれば、発光素子の主光取り出し面側において、電極によって遮られる光を低減して、この面側での光取り出し効率を向上させるとともに、素子直上における発光強度分布を改善させることが可能となる。

【0016】

【発明の実施の形態】請求項1に記載の発明は、透光性でかつ導電性であって第1の主面及び第2の主面を有する基板と、前記第1の主面の上に積層される窒化ガリウム系化合物半導体からなるn型層とp型層とを含む半導体積層構造と、前記半導体積層構造の最上層の表面に設けた第1の電極と、前記第2の主面の上に設けた第2の電極とを含み、前記第2の主面を主光取り出し面側とした化合物半導体発光素子であって、前記第1の電極を前記最上層の表面のほぼ全面に形成し、前記第2の電極を前記第2の主面の周縁部の一部または全部に形成していることを特徴とする窒化ガリウム系化合物半導体発光素子であり、半導体積層構造の最上層の表面のほぼ全面に電極を設けることにより、半導体積層構造の中の活性層

において全面均一な発光を生じさせ、最上層のほうへ向かう光を最上層の表面に設けた電極で反射させて主光取り出し面側へ向かわせることができるという作用を有する。また、素子の主光取り出し面側となる基板の表面の周縁部に電極を形成させることにより、活性層において生じた発光を素子の主光取り出し面側からほぼ全面均一に取り出すことができるという作用を有する。

【0017】以下に、本発明の実施の形態の具体例を、図面を参照しながら説明する。図1は本発明の一実施の形態に係る窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の構造を示す断面図、図2は図1の示す窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の斜視図である。

【0018】図1及び図2において、発光素子は、その下面を第1の主面とし上面を第2の主面としたGa<sub>0.9</sub>Nからなる基板1を備えたものである。そして、基板1の第1の主面上に、Ga<sub>0.9</sub>Nからなるn型クラッド層2と、InGa<sub>0.9</sub>Nからなる活性層3と、AlGa<sub>0.9</sub>Nからなるp型クラッド層4と、Ga<sub>0.9</sub>Nからなるp型コンタクト層5とを順次積層したダブルヘテロ接合構造としている。また、基板1の第2の主面の表面及びp型コンタクト層5の表面上のそれぞれには、n側電極6及びp側電極7を形成している。

【0019】ここで、発光素子のp側及びn側に対向する電極を備えた窒化ガリウム系化合物半導体からなる基板を用いた発光素子では、活性層において発光が生じる領域が半導体積層構造の側に形成した電極に対応する領域に制限されるとともに、活性層で発生した光が主光取り出し面側へ向かう際に主光取り出し面側に形成された電極によって遮られ、素子の直上における発光強度分布が凹状となるというのが従来の構成であった。

【0020】これに対し、本発明の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子においては、半導体積層構造側に形成する電極を表面のほぼ全面に形成することで、活性層における全面均一な発光を確保しつつ、活性層からこの電極の側へ向かう光を反射させて主光取り出し面側へ向かわせ、一方、主光取り出し面側に形成する電極を基板の主光取り出し面側の主面の周縁部に設けることにより、電極によって遮られる光量を低減して、活性層からの全面均一な発光を主光取り出し面側から容易に取り出せることで、この面側からの光取り出し効率を向上させるとともに、素子直上における発光強度分布を凸状でほぼ均一な分布となるように改善させることが可能となる。

【0021】すなわち、図示のように、p側電極7はp型コンタクト層5の表面のほぼ全面に形成され、活性層3からの全面均一な発光を得るためにp型コンタクト層5に対するオーミック電極として機能させている。これと同時に、p側電極7は、活性層3で発生した光のうちp側電極7の方へ向かう光を反射させてn側電極6の方へ向かわせる反射電極としても機能する。したがって、

p側電極7には、p型コンタクト層5とのオーミック性が良く、かつ、活性層3からの光に対する反射率の高い材料を用いることが好ましい。具体的には、ニッケルやアルミニウム、白金、金、銀等を用いることができ、単層、複層あるいは合金の状態として用いることができる。

【0022】一方、n側電極6は、図2から明らかなように、基板1の表面の周縁部にのみ形成されている。すなわち、活性層3で発生した光のうち、基板1側へ向かう光と、上述のようにp側電極7の方へ向かいp側電極7で反射されて基板1側へ向かう光とを、基板1の表面で遮ることがないよう構成となっている。すなわち、活性層2で発生した光が主光取り出し面側から取り出される際に素子直上へ容易に取り出すことができる。また、p型コンタクト層5の表面のほぼ全面に形成したp側電極7は、先に説明したように、活性層3における全面均一な発光を確保すると同時に活性層3からの光を反射させて、主光取り出し面側からの発光輝度を向上させる。なお、n側電極6としては、アルミニウムやチタン、金等を用いることができ、単層、複層あるいは合金の状態として用いることができる。

【0023】ここで、本実施の形態の発光素子を配線基板等へ実装し、窒素等の雰囲気ガスやエポキシ樹脂等で封止して用いる場合には、基板1の表面のn側電極6を形成しない領域に基板1と封止材との中間の屈折率を有する材料をコーティングすることにより、この面からの光の取り出し効率をさらに向上させることもできる。例えば、発光素子をエポキシ樹脂で封止して用いる場合では、酸化珪素( $\text{SiO}_2$ )や窒化珪素( $\text{SiN}$ )等をCVD法や蒸着法等によりコーティングすればよい。

【0024】また、本実施の形態においては、n側電極6を基板1の主光取り出し面側の周縁部の全部に形成したが、n側電極6から供給される電流が基板1で十分広がる程度の導電性を有する基板1を用いる場合は、周

縁部の一部にのみ形成してもよい。

【0025】なお、本実施の形態の発光素子を配線基板等へ実装する際には、半田材等の接着材を用いることができるが、銀ペースト等の流動性のある接着材を用いる場合には、発光素子の側面に露出したp型とn型の層の間での短絡を防止するために、素子の側面に短絡防止用の絶縁性膜を形成すればよい。

【0026】また、半導体積層構造はダブルヘテロ接合構造に限定するものではなく、シングルヘテロ接合構造やホモ接合構造を用いても同様の効果が得られる。

【0027】

【発明の効果】本発明によれば、主光取り出し面側における光取り出し効率の向上と、素子の直上における発光強度分布の改善とが図られる。このため、発光素子の上部に集光のための樹脂レンズを持たないチップ型発光ダイオードや、配線基板上に直接発光素子を載置して用いるライン状光源などのように発光素子の主光取り出し面側の素子直上において凸状の発光強度分布が望まれる用途においても、最適利用できるようになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施の形態に係る窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の構造を示す断面図

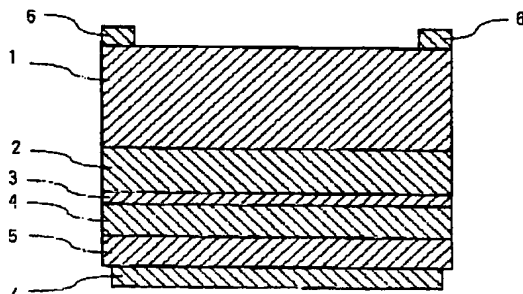
【図2】図1の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の斜視図

【図3】従来の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の構造を示す断面図

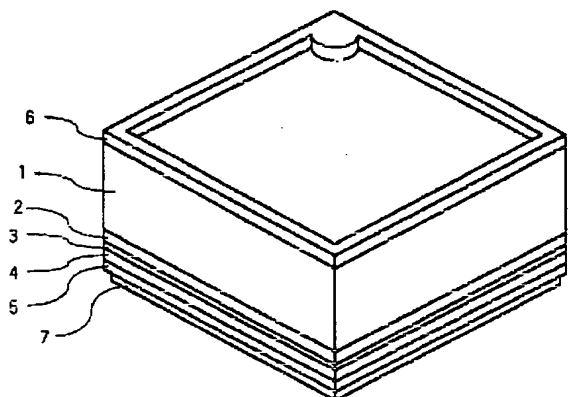
【符号の説明】

- 1 基板
- 2 n型クラッド層
- 3 活性層
- 4 p型クラッド層
- 5 p型コンタクト層
- 6 n側電極
- 7 p側電極

【図1】



【図2】



【図3】

